

1/5/1 DIALOG(R)File 324:GERMAN PATENTS FULLTEXT (c) 2008 UNIVENTIO/THOMSON. All rts. reserv.

0003710328

# **Verfahren zur Erzeugung einer Selbstreinigungseigenschaft von keramischen Oberflächen**

## **Method about the production of a self cleaning quality of ceramic surfaces**

Patent Applicant/Assignee:

Erlus Baustoffwerke AG, 84088 Neufahrn, DE

Inventor(s):

Dendl Peter, Dr., 93049 Regensburg, DE

Interwies Jan, 84034 Landshut, DE

Lienert Matthias, 84088 Neufahrn, DE

Publication & Filing Information

	Serial Number	Kind	Date
Publication	DE 19947524	A1	20010201
Application	DE 19947524		19991002

Priority application(s): DE 19935062 19990728; DE 19947524 19991002 (Original format: DE 19935062; DE 19947524)

### **Class Codes**

#### **International Patent Classification**

IPC	Level	Value	Position	Status	Version Date	Action Date	Source	Office
C04B-04/61			Main		"Version 7"			
C04B-04/45			Secondary		"Version 7"			

Main European Patent Class: C04B-04/50M

European Patent Class: C04B-04/50P33

Publication Language: German; Application Language: German

Fulltext Availability:

Description (English machine translation)

Claims (English machine translation)

Description (German)

Claims (German)

Fulltext Word Count (English): 9189

Fulltext Word Count (German): 7721

Fulltext Word Count (Both): 16910

### **Abstract (English machine translation)**

A procedure about the production of a self cleaning quality of ceramic surfaces, with Beregnung or irrigation with water. The surface shows hydrophobic rises with a height of 1 to 1000 m in distributed form. To the production of these rises, powder articles are found on the ceramic surface out of heatproof material before or after their fire and are fortified on it in different way for the time being. The powder articles become through an Erhitzungsvorgang or through the Brennvorgang of the ceramics body even, preferably under pull a the relationship at the surface of promoting material, bound durably quasi-ceramic at the ceramic surface. The powder articles be a ceramic material and this preferably the relationship promoting material an Engobe or a glaze preferably.

### **Abstract (German)**

Ein Verfahren zur Erzeugung einer Selbstreinigungseigenschaft von keramischen Oberflächen, bei Beregnung oder Berieselung mit Wasser. Die Oberfläche weist hydrophobe Erhebungen mit einer Höhe von 1 bis 1000 m in verteilter Form auf. Zur Erzeugung dieser Erhebungen werden auf die keramische Oberfläche vor oder nach deren Brand Pulverartikel aus hitzebeständigem Material aufgebracht und darauf vorläufig auf unterschiedliche Weise befestigt. Durch einen Erhitzungsvorgang oder durch den Brennvorgang des Keramikkörpers selbst werden die Pulverartikel, vorzugsweise unter Heranziehung eines die Bindung an die Oberfläche fördernden Materials, quasierkeramisch dauerhaft an die keramische Oberfläche gebunden. Die Pulverartikel sind vorzugsweise ein keramisches Material und das die Bindung fördernde Material ist vorzugsweise eine Engobe oder eine Glasur.

GERMAN PATENTS FULLTEXT (Dialog® File 324): (c) 2008 UNIVENTIO/THOMSON. All rights reserved



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

21 Aktenzeichen: 199 47 524.5  
22 Anmeldetag: 2. 10. 1999  
43 Offenlegungstag: 1. 2. 2001

56 Innere Priorität:

199 35 062. 0 28. 07. 1999

71 Anmelder:

Erlus Baustoffwerke AG, 84088 Neufahrn, DE

74 Vertreter:

LOUIS, PÖHLAU, LOHRENTZ & SEGETH, 90409  
Nürnberg

72 Erfinder:

Dendl, Peter, Dr., 93049 Regensburg, DE; Interwies,  
Jan, 84034 Landshut, DE; Lienert, Matthias, 84088  
Neufahrn, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

84 Verfahren zur Erzeugung einer Selbstreinigungseigenschaft von keramischen Oberflächen

- 57 Ein Verfahren zur Erzeugung einer Selbstreinigungseigenschaft von keramischen Oberflächen, bei Beregnung oder Berieselung mit Wasser. Die Oberfläche weist hydrophobe Erhebungen mit einer Höhe von 1 bis 1000 µm in verteilter Form auf. Zur Erzeugung dieser Erhebungen werden auf die keramische Oberfläche vor oder nach deren Brand Pulverartikel aus hitzebeständigem Material aufgebracht und darauf vorläufig auf unterschiedliche Weise befestigt. Durch einen Erhitzungsvorgang oder durch den Brennvorgang des Keramikkörpers selbst werden die Pulverartikel, vorzugsweise unter Heranziehung eines die Bindung an die Oberfläche fördernden Materials, quasikeramisch dauerhaft an die keramische Oberfläche gebunden. Die Pulverartikel sind vorzugsweise ein keramisches Material und das die Bindung fördernde Material ist vorzugsweise eine Engobe oder eine Glasur.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung einer Selbstreinigungseigenschaft von keramischen Oberflächen bei Beregnung oder Berieselung mit Wasser, mit den Merkmalen gemäß dem Oberbegriff des Patentspruches 1. Weiterhin betrifft die Erfindung einen dadurch hergestellten keramischen Körper.

Bei einem bekannten Verfahren dieser Art (EP-A 909 747) wird eine keramische Oberfläche mit einer Dispersion von Pulverpartikeln aus inertem Material in einer hydrophobierenden Siloxan-Lösung benetzt und das Siloxan ausgehärtet. Als Pulver kommt hierbei insbesondere ein Pulver aus gemahlener Keramik, z. B. Ton, in Betracht, dessen Korngrößenspektrum leicht festlegbar ist. Die angestrebte Verteilungsdichte (der jeweilige Abstand zwischen den durch die Partikel erzeugten Erhebungen auf der Oberfläche) kann durch die Dispersionsdichte des Pulvers in der Siloxan-Lösung gesteuert werden, wobei mit zunehmender Dispersionsdichte auch die Verteilungsdichte der Erhebungen auf der Oberfläche gesteigert wird. Als Siloxan-Lösung werden Polysiloxane herangezogen, die üblicherweise zum Hydrophobieren (Imprägnieren) von Dachziegeln und dergleichen bekannt sind. Die Aushärtung dieser Siloxane erfolgt durch Trocknen.

Die Pulverpartikel werden bei diesem bekannten Verfahren durch die Polysiloxane auf der Oberfläche mechanisch befestigt und zugleich hydrophobiert. Es hat sich jedoch gezeigt, daß die Haftfestigkeit der Siloxanbindung im Laufe der Benutzungsdauer abnimmt und die Partikel sich von der Oberfläche bei mechanischer Beanspruchung lösen. Damit geht die Selbstreinigungseigenschaft der Oberflächen mehr und mehr verloren.

Aufgabe der Erfindung ist es, das Verfahren der vorstehend genannten Art dahingehend zu verbessern, daß die auf der Oberfläche zu fixierenden Pulverpartikel auf einfache Weise dauerhaft mit der Oberfläche verbunden werden können.

Erfindungsgemäß wird dies erreicht durch das Verfahren gemäß Patentanspruch 1.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, daß es möglich ist, die Erhebungen bildenden Pulverpartikel bei geeigneter Materialwahl des Pulvers und gegebenenfalls unter Anwendung von Unterstützungsmaßnahmen quasi-keramisch und damit dauerhaft an der keramischen Oberfläche zu befestigen, wenn hierzu ein Erhitzungsvorgang oder sogar der ohnehin notwendige Brennvorgang zur Erzielung des entsprechenden Keramikkörpers herangezogen wird. Damit bilden die von den Pulverpartikeln erzeugten Erhebungen mit der keramischen Oberfläche eine Einheit und haben bezüglich chemischer und UV-Beständigkeit, mechanischer Festigkeit und Handhabbarkeit des keramischen Körpers damit übereinstimmende Eigenschaften. Zugleich wird die bekannte Möglichkeit beibehalten, durch Ausbildung der Erhebungen mittels Pulverpartikeln die Verteilungsdichte und die Höhe der Erhebungen sehr weitgehend zu bestimmen und darüber hinaus wird die Möglichkeit eröffnet, durch Auswahl von Pulvermaterialien, die sich der Art nach aus der keramischen Oberfläche unterscheiden können, zusätzliche Effekte, z. H. Farbeffekte, und Eigenschaften der Oberfläche zu erzeugen. So eignen sich als Pulvermaterialien alle hitzebeständigen gemahlene Materialien wie z. B. gemahlenes Gestein, Minerale, und alle denkbaren Keramikmaterialien wie Tone und Schamotte sowie alle Vertreter der Oxid-, Nitrid- und Carbid-Keramik, z. B.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  und SiC.

Je nach der Art des ausgewählten Pulvermaterials und abhängig davon, ob das Pulvermaterial auf die bereits ge-

brannte keramische Oberfläche oder noch vor deren Brand aufgebracht wird, bestimmt sich die Art der Erzielung der quasi-keramischen dauerhaften Befestigung der Pulverpartikel auf der Oberfläche. Hierfür bestehen unterschiedliche Möglichkeiten und Vorgehensweisen:

Grundsätzlich ist es möglich, ohne irgendwelche unterstützenden Maßnahmen Pulverpartikel aus Keramikmaterial auf der Keramikoberfläche durch einen Erhitzungsvorgang oder den Brandvorgang selbst zu fixieren indem das Erhitzungsverhalten der Pulverpartikel aufgrund der dabei auftretenden Erhitzung ausgenützt wird. Hierzu ist es erforderlich, die in gewünschter Verteilung aufgetragenen Pulverpartikel vorübergehend auf der Oberfläche festzuhalten, beispielsweise durch die eingangs geschilderte bekannte Polysiloxan-Behandlung oder durch CMC, und den Erhitzungs- oder Brennvorgang anschließend mit einer Temperatur auszuführen, die zu einem oberflächlichen Erweichen der Pulverpartikel führt. Das ergibt eine sinterähnliche Verbindung der Pulverpartikel mit der ebenfalls auf Erweichungstemperatur erhitzten keramischen Oberfläche. Voraussetzung ist hierfür aber, daß das Material der Pulverpartikel an das Material der keramischen Oberfläche hinsichtlich des Sinter- bzw. Erweichungsverhaltens weitgehend angepaßt ist, um bei der beabsichtigten Erhitzungs- oder Brenntemperatur sowohl an der keramischen Oberfläche als auch an der Oberfläche der Pulverpartikel die zur Verbindung notwendige Erweichung hervorzurufen. Deshalb kommen dafür im wesentlichen keramische Pulvermaterialien in Betracht, die durch Mahlen von Keramikkörpern erzeugt sind, welche der Art nach mit der keramischen Oberfläche übereinstimmen (bei keramischen Dachziegeln z. B. gemahlener Ton oder Schamotte). Nur hierbei ist zu erwarten, daß bei der Brenntemperatur der keramischen Oberfläche deren zur Sinterung erforderliche Erweichung zugleich mit der erneuten Erweichung der Pulverpartikel eintritt. Das entsprechende Vorgehen eignet sich deshalb vor allem für den Fall, daß das Pulvermaterial auf die noch nicht gebrannte keramische Oberfläche aufgebracht wird.

Weiterhin ist es jedoch auch möglich, Pulvermaterialien auszuwählen, die bei Erreichen der Erhitzungs- oder Brenntemperatur eine eutektische Reaktion mit der keramischen Oberfläche entstehen lassen. Hierzu zählen beispielsweise Pulver aus Schamotte, durch deren eutektische Reaktion mit der keramischen Oberfläche die Sinter- bzw. Erweichungstemperatur deutlich herabgesetzt wird. Diese Reaktion erlaubt daher die dauerhafte Bindung solcher Pulverpartikel vor allem durch einen erneuten Erhitzungsvorgang der bereits gebrannten keramischen Oberfläche, aber auch durch den Brand der noch zu brennenden keramischen Oberfläche selbst.

Nach einer diesbezüglich modifizierten Vorgehensweise werden Pulverpartikel eingesetzt, deren Sinter- bzw. Erweichungspunkt erheblich höher liegt als die Brenntemperatur der zugrundeliegenden keramischen Oberfläche. Hierbei kann es sich z. B. um feingemahlene Klinkerpartikel oder um SiC-Pulver handeln. Diese Pulverpartikel werden vorzugsweise in Form einer Aufschlämmung in Wasser oder Carboxyl-Methyl-Cellulose (CMC) in einer bis zu mehrere Millimeter dicken Schicht auf die zu brennende keramische Oberfläche aufgetragen und dadurch vorübergehend darauf fixiert. Grundsätzlich ist auch eine Auftragung der Schicht der Pulverpartikel in trockenem Zustand möglich, jedoch ist dabei die Handhabung der keramische Oberfläche bildenden Keramikkörper zum Zweck des Brandes praktisch unmöglich ohne einen teilweisen oder völligen Verlust der Pulverpartikel. Es hat sich gezeigt, daß beim Brand die sich an der keramischen Oberfläche bildende Glaspphase ( $\text{SiO}_2$ ) etwas in die der keramischen Oberfläche am nächsten lie-

gende Lage von Pulverpartikeln, d. h. zwischen die Pulverpartikel, "hineinwächst" und diese dadurch fixiert. Die überschüssigen Pulverpartikel können auf der Oberfläche belassen werden, weil sie nach dem Brand vor oder bei der Ingebrauchnahme von selbst herunterfallen. Zweckmäßigerweise werden sie aber durch Bürsten oder Reiben oder andere geeignete Abtragsmaßnahmen anschließend an den Brand von der keramischen Oberfläche wieder entfernt, wobei nicht nur diejenigen Lagen der Pulverpartikel-Schicht entfernt werden, welche von der Glasphase der keramischen Oberfläche während des Brandes nicht erfaßt worden sind, sondern auch solche Pulverpartikel, die zu wenig festgehalten werden. Es hat sich herausgestellt, daß bei diesem Vorgehen und bei Verwendung von Pulvermaterialien, die eine zur Fixierung ausreichende Affinität zur Glasphase besitzen, eine Verteilung und Erhebung der Pulverpartikel auf der bzw. über die gebrannte keramische Oberfläche ergeben. Hierdurch ist eine bleibende Fixierung der Pulverpartikel auf der keramischen Oberfläche zu erreichen, ohne daß bezüglich der Brenntemperatur im Hinblick auf die Materialien der keramischen Oberfläche bzw. der Pulverpartikel Kompromisse getroffen werden müssen.

Nach einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung werden abweichend von den vorstehend beschriebenen Verfahren unterstützende Maßnahmen getroffen, durch welche die dauerhafte quasi-keramische Bindung der hitzebeständigen Pulverpartikel an die keramische Oberfläche weitgehend unabhängig von deren Materialart ist und bei Temperaturen erzielt werden kann, welche ohne besondere Anpassung die jeweils optimale Brenntemperatur nicht übersteigen. Als unterstützende Maßnahmen in diesem Sinn sieht die Erfindung in erster Linie die Verwendung von einem die Bindung der Pulverpartikel an die keramische Oberfläche fördernden oder erst bewirkenden Material vor, das durch den Erhitzungs- oder Brennvorgang der keramischen Oberfläche als Bindeglied wirksam wird. Hierfür eignen sich Stoffe, die bei der Erhitzungs- oder Brenntemperatur zumindest einen Erweichungszustand erreichen, bevorzugt aber in den schmelzflüssigen Zustand übergehen und hierbei eine quasi-keramische Hinderung mit der keramischen Oberfläche eingehen. Bevorzugt sind auf dem Gebiet der Keramik bekannte Materialien wie Engoben (auf dem Gebiet der Grobkeramik), Glasuren, Glasurstellmittel und auch Flußmittel, z. B. Borax. Flußmittel haben neben ihrer Funktion als Bindeglied auch die Fähigkeit, die Ausbildung einer Glas- oder Schmelzphase an der keramischen Oberfläche bei dem Brand zu fördern und damit die quasi-keramische Bindung zu unterstützen. Soweit diese Materialien auf dem Gebiet der Keramik bekanntermaßen zur Erzielung bestimmter Effekte eingesetzt werden, z. B. auf dem Gebiet der Baukeramik Engobe zur Farbgebung von Dachziegeln, so muß bei deren Verwendung im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ein entsprechend angepaßtes Temperaturprofil bei dem Brennvorgang eingestellt oder beachtet werden. Das heißt, es muß ins Kalkül gezogen werden, daß dem jeweiligen Material jetzt die zusätzliche Aufgabe der Befestigung der Pulverpartikel zukommt und insoweit eine Abstimmung der zu erzielenden Effekte erforderlich kann. So muß in dem Beispiel der Engobe deren Auftragsmenge darauf eingestellt sein, daß durch Auswahl von Menge und Anpassung des Temperaturprofils beim Brand dafür gesorgt ist, daß die Pulverpartikel genügend weit aus der Engobenschicht herausragen, um die gewünschten Erhebungen zu bilden. Diese Abstimmung läßt sich aber durch wenige Erprobungen erzielen.

Als die quasi-keramische Bindung fördernde oder bewirkende Mittel kommen aber auch anorganisch-organische Hybridpolymere und Fluorsilane in Betracht, deren Funk-

tion als Bindeglied auf andere Weise zustande kommt. Hierbei treten bei der Wärmebehandlung, die sowohl der Erhitzungs- als auch der Brennvorgang sein kann, molekulare Bindungen auf, die zwischen dem Hybridpolymer bzw. Fluorsilan einerseits und den Pulverpartikeln sowie der keramischen Oberfläche andererseits wirksam werden. Nähere Ausführungen hierzu ergeben sich aus der nachfolgenden Erläuterung.

Der Einsatz des die quasi-keramische Bindung fördernden oder bewirkenden Materials läßt sich auf mannigfaltige Weise bewerkstelligen und besteht grundsätzlich darin, daß dieses Material mit den Pulverpartikeln, der keramischen Oberfläche oder beiden in Verbindung gebracht wird, wobei wiederum der jeweilige Zeitpunkt vor dem Aufbringen der Pulverpartikel auf die Oberfläche, gleichzeitig damit oder nachträglich liegen kann. Bevorzugt wird das die quasi-keramische Bindung fördernde oder bewirkende Material auch als Substanz ausgewählt, das neben der Funktion als Bindeglied für die zu erzielende dauerhafte Befestigung der Pulverpartikel an der keramischen Oberfläche zugleich die Funktion als Haftmittel zum Zweck hat, bis zur Durchführung des Erhitzungs- oder Brennvorgangs die Pulverpartikel vorläufig auf der keramischen (gebrannten oder noch zu brennenden) Oberfläche zu fixieren. Nachfolgend werden bevorzugte Vorgehensweisen für die Art des Einsatzes des die quasi-keramische Bindung fördernden oder bewirkenden Materials erläutert:

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist hierzu vorgesehen, daß die Pulverpartikel vor oder bei dem Aufbringen auf die Oberfläche mit dem die Bindung an die Oberfläche fördernden Material behandelt werden. Als Materialien kommen hierfür beispielsweise die bereits erwähnten in Betracht, deren Verarbeitung in Verbindung mit insbesondere grobkeramischen Oberflächen, z. B. Dachziegeln, bekannt ist, wie Engobe oder Glasur. Engoben sind Spezialtöne zum Färben beispielsweise von Dachziegeln durch Aufbrennen; Glasuren sind Glasarten, die Oxide als Flußmittel enthalten und auf keramischen Oberflächen als glänzende Schichten beim Brennen erzeugt werden können. Beide Mittel liegen im Zustand vor ihrer Auftragung auf die jeweils zu behandelnde keramische Oberfläche in flüssiger Form vor, in der sie auch zur Behandlung oder Beschichtung der Pulverpartikel geeignet sind. Eine Behandlung der Pulverpartikel kann zugleich zu deren Beschichtung mit dem Behandlungsmaterial als auch zu einem Eindringen des Behandlungsmaterials in die gegebenenfalls vorhandene Kapillarstruktur führen, aber auch gegebenenfalls nur das genannte Eindringen ergeben. Bei einer Beschichtung ist auf der Außenfläche der Pulverpartikel das Behandlungsmaterial als mehr oder weniger geschlossene Schicht vorhanden. Die Beschichtung oder Behandlung der Pulverpartikel kann ihrerseits entweder dadurch erfolgen, daß die Pulverpartikel in der Engobe oder der Glasur dispergiert werden und die Dispersion dann auf die zu behandelnde Oberfläche aufgesprüht, aufgeschüttet oder aufgeschleudert wird. Oder die Pulverpartikel und das Behandlungsmaterial, z. B. die Engobe bzw. Glasur, werden getrennt zu einer Sprühvorrichtung gefördert und zusammen aufgesprüht, wobei der Sprühvorgang zugleich der Behandlung- oder Beschichtungsvorgang ist. Werden durch die beschriebene Vorgehensweise die Pulverpartikel so mit dem die Bindung fördernden Material behandelt, daß es an der Außenseite der Pulverpartikel in Erscheinung tritt, z. B. als Beschichtung, so kann diese als Maßnahme zur vorläufigen Befestigung der Pulverpartikel auf der keramischen Oberfläche nach dem Aufbringen darauf genügen.

Als ein die Bindung der Pulverpartikel an die Oberfläche förderndes Material hat sich weiterhin auch ein phosphat-

haltiges Flußmittel erwiesen, das üblicherweise als Glasur-  
stellmittel bei der Herstellung der aufzubringenden Glasur-  
flüssigkeit verwendet wird. Auch allein dieses Flußmittel  
gewährleistet überraschend eine quasi-keramische Bindung  
der Pulverpartikel an die keramische Oberfläche durch den  
Erhitzungsvorgang oder nach dem Brand.

In allen vorstehend geschilderten Fällen ist der Anteil an  
Behandlungsmaterial jeweils so gering, daß beim Sprühvor-  
gang eine Beschichtung der keramischen Oberfläche selbst  
weitgehend unterbleibt, falls diese nicht erwünscht ist. Als  
Mittel zur vorläufigen Befestigung der Pulverpartikel ge-  
nügt das Behandlungsmaterial in diesem Fall nicht.

Der Verbindungsmechanismus, der sich aufgrund der  
Verwendung in der vorstehend geschilderten Form von En-  
gobe, Glasur und Glasurstellmittel einstellt, beruht darauf,  
daß die Schicht aus dem entsprechenden Material auf den  
Pulverpartikeln bei einer durch die Materialwahl steuerba-  
ren Temperatur in einen hinreichend erweichten oder  
schmelzflüssigen Zustand gelangt und sich mit dem auf Grund  
einer eutektischen Reaktion oder bei Brenntemperatur der  
keramischen Oberfläche ebenfalls erweichten Teilchen da-  
von vereinigt. Es hat sich gezeigt, daß die beispielsweise auf  
Schmelztemperatur gebrachte Schicht während des Brenn-  
vorgangs bei der entsprechenden Lage des zu brennenden  
Keramikkörpers auf die Oberfläche geringfügig herablaufen  
kann und damit einen "Sinterhals" im unmittelbaren Kon-  
taktbereich jedes Partikels mit der Oberfläche bildet. Nach  
dem Erkalten ergibt sich daraus die quasi-keramische Bin-  
dung an die keramische Oberfläche, die in ihrer Festigkeit  
den Bindungen der Keramikpartikel der Oberfläche unter-  
einander gleichkommt.

Als weiteres, die Bindung der Pulverpartikel an die kera-  
mische Oberfläche förderndes oder bewirkendes Material  
kann auch ein anorganisch-organisches Hybridpolymer her-  
angezogen werden. Als anorganisch-organische Hybridpo-  
lymere kommen Verbindungen in Betracht, die ein molekula-  
res oder nano-strukturiertes Basismaterial mit anorgani-  
schen und organischen Elementen aufweisen (vgl. Bericht  
über "First European Workshop on Hybrid Organic-Inor-  
ganic Materials - Centre National de la Recherche Scienti-  
fique, Château de Bierville, 8.-10. November 1993). Solche  
Hybridpolymere sind bekannt unter dem Markennamen OR-  
MOCER des Fraunhofer-Instituts für Silicat ISC, Würzburg  
und durch die Firma nanogate GmbH, Saarbrücken. Herge-  
stellt werden die Hybridpolymere überwiegend durch Hy-  
drolyse und Kondensation von Kieselsäureestern und Me-  
tallalkoholaten als Grundmaterialien. Spezielle Eigenschaf-  
ten erhalten diese Systeme durch den Einbau von organisch  
modifizierten Kieselsäurederivaten in das Silicat-Netzwerk.  
Dadurch können gezielt erwünschte Eigenschaften ein-  
gestellt werden und außerdem bewirken die organischen An-  
teile den Aufbau eines organischen Polymer-Netzwerks.

Die quasi-keramische Bindung der Pulverpartikel an die  
Oberfläche erfolgt bei Verwendung eines der anorganisch-  
organischen Hybridpolymere allerdings auf andere Weise  
als dies vorstehend im Zusammenhang mit den Mitteln wie  
Engobe, Glasur und/oder Glasurstellmittel dargestellt ist.  
Die dauerhafte Befestigung der Partikel an der keramischen  
Oberfläche erfolgt in dem Erhitzungs- oder Brennvorgang  
des Keramikkörpers offenbar dadurch, daß die anorgani-  
schen Komponenten der anorganisch-organischen Hybrid-  
polymere, vorzugsweise Silikate und/oder Metalloxide  
(z. B.  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $SiO_2$ ) im Zuge der Verfestigung und/  
oder Sinterung durch den Brand bzw. bei der Erhitzung Bin-  
dungen sowohl an die Pulverpartikel als auch an den Kera-  
mikkörper eingehen. Dadurch entsteht die quasi-keramische  
Verbindung der Pulverpartikel mit der keramischen Oberflä-  
che, die die Pulverpartikel zu einer Einheit mit der Oberflä-

che werden läßt.

Die Hybridpolymere können in Wasser oder Lösemittel  
dispergiert oder gelöst werden, so daß das Auftragen auf die  
zu behandelnde keramische Oberfläche mit den üblichen  
Beschichtungstechniken wie Tauchen, Schleudern, Polieren,  
Gießen oder Spritzen möglich ist. Damit dient auch das Hy-  
bridpolymer als Haftmittel zur vorläufigen Fixierung der  
Pulverpartikel. Das Auftragen auf die Pulverpartikel selbst  
kann in der zuvor geschilderten Weise erfolgen. An das Auf-  
tragverfahren schließt sich ein Härtingsprozeß an, der durch  
thermische Behandlung oder mit Hilfe von UV- oder Wärmestrahlung durchführbar ist. Er ist nur dann erforderlich,  
wenn die Pulverpartikel durch das Hybridpolymer auf der  
bereits gebrannten keramischen Oberfläche befestigt wer-  
den; anderenfalls tritt der Brand an dessen Stelle. Je nach  
Bestimmungsart der Hybridpolymere kann die thermische  
Behandlung zwischen Raumtemperatur und 600°C durchge-  
führt werden; sie ist nicht zu verwechseln mit dem Erhit-  
zungs- oder Brennvorgang, dem der die keramische Oberflä-  
che aufweisende Keramikkörper bei einer höheren Tempe-  
ratur von z. B. 900°C bis zu 1.450°C unterzogen wird.

Für Fluorsilane gilt das zu Hybridpolymeren Gesagte  
weitgehend analog. Als Fluorsilane kommen fluoralcyl-  
funktionelle Silane in Betracht, die mit Wasser unter Hydro-  
lyse und Abspaltung von Ethanol zu einem reaktiven Silanol  
reagieren, wobei das Silanol chemisch an ein anorganisches  
Substrat gebunden werden kann. Durch chemische Reaktion  
mit der zu behandelnden Oberfläche wird eine Si-O-Bin-  
dung an die Oberfläche ausgebildet. Daran schließt sich eine  
Quervernetzung unter Ausbildung eines Siloxan-Netzwerks  
an. Die Fluorsilane ergeben außerordentlich dünne Schich-  
ten im Nanometerbereich, die in den Porenöffnungen des  
Kapillargefüges der keramischen Oberfläche und auf den  
freien Flächen des Kapillargefüges nahe der Oberfläche im  
Inneren des Keramikkörpers und gegebenenfalls der Pulver-  
partikel aufgebaut werden. In diesen Schichten können  
Gruppen der Fluorsilane quasikeramisch wirksam werden  
und die angestrebte Bindung eingehen. Fluorsilane der  
beschriebenen Art sind im Handel unter dem Markennamen  
DYNASYLAN F 8261 (in Abwandlungen davon unter  
F 8810, F 8262 und F 8263) der Firma Siventio Chemie  
GmbH, Düsseldorf, erhältlich.

Die Fluorsilane können mit Wasser und Lösemitteln, z. B.  
Ethanol, gemischt werden, so daß das Auftragen auf die Pul-  
verpartikel und/oder die keramische Oberfläche mit den üb-  
lichen Beschichtungstechniken wie Tauchen, Sprühen,  
Streichen oder Polieren möglich und auf eine der beschrie-  
benen Techniken durchführbar ist. An das Auftragverfahren  
schließt sich ein Trocknungs- oder Vernetzungsprozeß an,  
der durch thermische Behandlung oder mit Hilfe von UV-  
oder Wärmestrahlung durchführbar ist. Die thermische Be-  
handlung kann zwischen 80 und 600°C durchgeführt wer-  
den.

Da die Bindung der Pulverpartikel an die Oberfläche  
durch das die Bindung fördernde oder bewirkende Material  
bewirkt werden soll, kommt es nur darauf an, daß beim Er-  
hitzungs- oder Brennvorgang des Keramikkörpers das Ma-  
terial in unmittelbarer Nachbarschaft der Pulverpartikel zur  
Verfügung steht, um die erwünschte Bindung an die kera-  
mische Oberfläche herzustellen. Hierfür kann, wie vorstehend  
beschrieben, die Behandlung der Pulverpartikel allein genü-  
gen. Das hat den Vorteil, daß eine eventuell für die Funktion  
und/oder Farbgebung der keramischen Oberfläche nicht er-  
wünschten oder beabsichtigte Auswirkung des die Bindung  
fördernden oder bewirkenden Materials auch auf die unmittel-  
bare Nachbarschaft der Pulverpartikel beschränkt bleibt.  
Wird jedoch die beschriebene Behandlung des Pulvermate-  
rials selbst als zu umständlich oder aufwendig angesehen

und/oder ist ein negativer Einfluß des die Hindung fördernden Materials auf die keramische Oberfläche nicht zu befürchten, so kann dieses Material auch unmittelbar auf die keramische Oberfläche aufgetragen werden.

So ist es möglich, das Aufbringen der Pulverpartikel und das Auftragen einer entsprechenden Materialschicht auf die Oberfläche gleichzeitig oder nacheinander auszuführen. Beispielsweise kann das Pulver in gleicher Weise wie bei dem eingangs besprochenen bekannten Verfahren unter Verwendung von Polysiloxan als Haftmittel auf die zu behandelnde Oberfläche aufgebracht werden. Nach dem Aushärten bzw. Trocknen der Polysiloxan-Schicht, durch welche die Pulverpartikel an die Oberfläche in der gewünschten Verteilungsdichte vorläufig gebunden sind, kann die Materialschicht aufgebracht werden. Beim Erhitzen oder Brennen des Keramikkörpers werden die organischen Bestandteile der Schichten beseitigt. Die Reihenfolge des Aufbringens der beiden Schichten kann auch umgekehrt werden, so daß das die Bindung fördernde Material die untere Schicht bildet.

Sofern als Material zur Förderung der Bindung der Pulverpartikel an die Oberfläche ein solches eingesetzt wird, das die angestrebten Oberflächeneigenschaften der keramischen Oberfläche, z. B. deren Farbe, nicht verändert und außerdem als Haftmittel zur vorläufigen Fixierung der Pulverpartikel geeignet ist, kann weiterhin anstelle der Behandlung oder Beschichtung der Pulverpartikel selbst auch daran gedacht werden, die zu behandelnde Oberfläche zunächst mit einem solchen Material zu beschichten und anschließend die Pulverpartikel in die so erzeugte Schicht so einzubringen, daß sie zur Ausbildung der gewünschten Erhebungen noch hinreichend weit darüber hinausragen. Das Einbringen der Pulverpartikel, die dann unbehandelt sein können, kann durch Streuen, Sprühen oder Schleudern erfolgen. Beim Erhitzungs- oder Brennvorgang des Keramikkörpers läuft dann prinzipiell der gleiche zuvor beschriebene Verbindungsvorgang ab mit dem Unterschied, daß aufgrund der die Keramikoberfläche von vornherein bedeckenden Materialschicht eine überschüssige Menge davon zur nicht nur örtlichen Fixierung der Pulverpartikel zur Verfügung steht. Als ein mit dieser Verbindungsart brauchbares Material kommt wieder eine Engobe oder Glasur in Betracht, insbesondere dann, wenn diese ohnehin zu einer bestimmten Farbgebung der keramischen Oberfläche dient.

Da auf dem Gebiet der Bautechnik von dafür eingesetzten Keramikkörpern, z. B. Tondachziegeln, häufig Atmungs-fähigkeit aufgrund ihres Kapillargefüges gefordert wird, kann anstelle der beschriebenen Beschichtung der Pulverpartikel selbst die Beschichtung der Oberfläche mittels Glasur oder mit Hilfe des genannten Flußmittels nur in Erwägung gezogen werden, wenn Atmungs-fähigkeit des Keramikkörpers nicht benötigt oder erwünscht ist. Das gilt bei solchen Keramikkörpern, z. B. Dachziegeln, dann, wenn mittels einer Glasur eine besondere Farbgebung beabsichtigt ist. Auch dann kann an die Stelle der Beschichtung der Pulverpartikel die Beschichtung der Oberfläche mit dem die Bindung an die Keramikoberfläche fördernden Material treten. Auch hierbei erfüllt das die dauerhafte Bindung bewirkende Material zugleich die Funktion der vorläufigen Fixierung der Pulverpartikel. Dabei können die Pulverpartikel auch als Dispersion durch Tauchen, z. B. in Engobe oder Glasur, gemeinsam mit dem Material aufgebracht werden.

Die Vorgehensweise, bei der das Haftmittel zur vorübergehenden Fixierung der Pulverpartikel an der keramischen Oberfläche zusammen mit den Pulverpartikeln bzw. vor oder nach deren Aufbringen aufgetragen wird und außerdem ein die quasi-keramische Bindung der Pulverpartikel daran förderndes oder bewirkendes Material ist, eignet sich auch

dazu, die Relativlage der Erhebungen zueinander (Verteilungsdichte) und deren Höhe an der fertig gebrannten keramischen Oberfläche zu steuern. Hierzu wird so vorgegangen, daß aus dem fließfähigen Haftmittel, z. B. einer entsprechend eingestellten Engobe oder Glasur, und den Pulverpartikeln eine Dispersion hergestellt und diese Dispersion auf die keramische Oberfläche aufgetragen wird. Durch die Konzentration der Pulverpartikel in der Dispersion und durch die Schichtdicke, mit der diese auf die Oberfläche aufgetragen wird, läßt sich die Menge der je Flächeneinheit vorhandenen Pulverpartikel auf der Oberfläche und damit die Verteilungsdichte steuern. Weiterhin bestimmt die Konzentration des die Bindung fördernden oder bewirkenden Materials, in dem gewählten Beispiel wieder die Engobe bzw. Glasur, in der Dispersion die Tiefe der Einbettung der Pulverpartikel in dieses Material und damit die Höhe der Erhebungen an der letztlich erzielten keramischen Oberfläche.

Die Konzentration, d. h. die anteilige Gewichtsmenge an Pulverpartikeln in der Dispersion, ist etwas von der gewählten Partikelgröße und natürlich von der angestrebten Verteilungsdichte abhängig. Im allgemeinen genügen jedoch 20 Gew.-% Pulverpartikel in der Dispersion als obere Grenze, um die gewünschte Erhebungsstruktur zu erhalten. In einem praktischen Ausführungsbeispiel ergibt eine Dispersion bestehend aus 20 Teilen Engobe, 20 Teilen CMC + Wasser und 10 Teilen Schamottepulver mit einer Partikelgröße zwischen 1 und 25 µm, zur Hälfte davon mit 10 bis 15 µm, eine Erhebungsstruktur mit Erhebungen von 5 bis 10 µm Höhe.

Die Konzentration der Pulverpartikel in der Dispersion und/oder die Schichtdicke davon kann auch so gewählt werden, daß die erzielte keramische Oberfläche Erhebungen durch unmittelbar aneinanderliegende Pulverpartikel zeigt. In diesem Fall kommen die Erhebungen nur noch dadurch zustande, daß als Pulverpartikel Teilchen eingesetzt werden, die trotz unmittelbarer Anlage aneinander die erwünschte Oberflächenstruktur ergeben. Dazu zählen z. B. sphärische Partikel oder Partikel mit unregelmäßiger Teilchenform, die insbesondere bei gemahlenem Material der Regelfall ist. Gezielt können auch Partikel mit beispielsweise plättchen- oder stäbchenförmiger Gestalt eingesetzt werden.

Ist das Haftmittel zur vorläufigen Fixierung der Pulverpartikel auf der keramischen Oberfläche keine die Bindung daran fördernde Material, was z. B. für Polysiloxan oder CMC gilt, so läßt sich durch eine damit hergestellte Dispersion der Pulverpartikel zwar ebenfalls die Verteilungsdichte durch Einstellung der Konzentration der Pulverpartikel steuern. Jedoch wird die Höhe der Erhebungen in diesem Fall im wesentlichen durch die Partikelgröße sowie durch einen gegebenenfalls in der Dispersion ebenfalls vorzusehenden Anteil an die quasi-keramische Bindung förderndem Material definiert.

In all den Fällen, in denen das Haftmittel unmittelbar auf die keramische Oberfläche vor, zusammen mit oder nach den Pulverpartikeln aufgebracht wird, können die Pulverpartikel unbehandelt sein, wenn ein die quasi-keramische Bindung förderndes Material anderweitig zur Verfügung gestellt wird, oder auch damit behandelt sein, selbst wenn das Haftmittel seinerseits das die quasi-keramische Bindung fördernde Material enthält oder bildet.

Eine andere unterstützende Maßnahme zur quasi-keramischen Bindung der Pulverpartikel an die keramische Oberfläche, bei der kein die Bindung an die Oberfläche förderndes Material benutzt wird, besteht darin, daß die Pulverpartikel durch einen mechanischen Preßvorgang in die vor dem Brennen noch bildsame keramische Oberfläche eingedrückt werden, sodaß sie daraus in dem gewünschten Maß hervorstehen. Zunächst bedeutet dieser Vorgang die vorläufige Fi-

xierung der Pulverpartikel auf der Oberfläche, ist zugleich aber die Grundlage für deren dauerhafte Bindung daran, wie weiter unten erläutert ist. Der Preßvorgang kann entweder anschließend an den Formvorgang des Keramikkörpers in einer gesonderten Preßform vorgenommen werden, aber auch schon unmittelbar bei dem Formvorgang des Keramikkörpers, der in einer Preßform abläuft. In beiden Fällen ist es zweckmäßig, das Pulvermaterial in einer Schichtdicke auf der bereits geformten Oberfläche bzw. auf der noch zu formenden Oberfläche des in die Preßform einzubringenden Rohlings aufzutragen, die ein Mehrfaches der Teilchengröße der Pulverpartikel beträgt. Das Pulver kann hierbei in der Schicht in trockener Form vorliegen oder mit einem Bindemittel zur vorübergehenden Fixierung leicht gebunden sein. Mit der genannten Schichtdicke wird der Umstand ausgenutzt, daß die der keramischen Oberfläche am nächsten liegenden Pulverpartikel überwiegend oder vollständig in die weiche bis lederartige Oberfläche eingedrückt werden, jedoch ein entsprechend tiefes Eindringen der nächstfolgenden Pulverpartikel verhindern. Die noch weiter von der Oberfläche entfernt darüberliegenden Pulverpartikel dienen in diesem Fall allein zur Übertragung der Preßkraft auf die zu fixierenden Pulverpartikel. Sie fallen von selbst nach dem Brand ab, können aber auch schon nach dem Preßvorgang oder Brand durch Absaugen, Bürsten oder Spülen von der Oberfläche entfernt und wiedergewonnen werden. Die Pulverpartikel, die nach dem Brennen des Keramikkörpers eine Struktur von Erhebungen bilden sollen, sind diejenigen, deren vollständiges Eindringen in die noch bildsame Keramikoberfläche durch die zuvor eingedringenen Pulverpartikel verhindert worden ist. Das entsprechende Ausmaß des Eindringens läßt sich empirisch durch die Wahl der Partikelgröße, die Preßkraft und das Fließverhalten der keramischen Masse bestimmen bestimmen, wobei in diesem Fall sogar über 1000 µm große Pulverpartikel angewendet werden können.

Bei dieser Vorgangsweise sind die später die Erhebungen bildenden Pulverpartikel nicht durch ein gesondertes Haftmittel, wie Engobe oder Glasur, fixiert, sondern dadurch, daß sie in Folge ihres teilweisen Eindringens in die Oberfläche von dieser form- und kraftschlüssig festgehalten sind. Im Zuge der bei Brenntemperatur auftretenden Erweichung der keramischen Oberfläche während des Brandes wandert das Keramikmaterial, insbesondere eine entstehende Glasphase, an die Pulverpartikel heran und füllt vorhandene Zwischenräume zu diesen aus. Auf diese Weise stellt sich auch hier eine quasi-keramische Bindung der Pulverpartikel an die Oberfläche ein, wobei das Keramikmaterial der Oberfläche hierbei selbst die Bindung herstellt.

Zwangsläufig sind als Werkstoffe für das Pulver nur solche geeignet, die den Brenntemperaturen relativ unbeeinträchtigt standhalten. Vorzugsweise kommen hierfür Pulver aus gemahlener Keramik in Betracht. Solche Pulver lassen sich einfach in jeweils gewünschter Korngröße und genau spezifizierten Fraktionen erzeugen, verhalten sich ebenso wie die damit zu belegende keramische Oberfläche inert gegenüber den Beschichtungsmaterialien und können nach ihrer Art eng an die keramische Oberfläche angepaßt werden. Sie bestimmen die Farbe der behandelten Oberfläche, die daher in einem breiten Farbbereich gewählt werden kann. Es sind aber auch nicht-keramische Pulver einsetzbar, die sich in der vorstehend geschilderten Weise mit einer keramischen Oberfläche verbinden lassen. Pulver aus gefärbtem Glas, z. B. Grünglaspulver, kann unmittelbar zur Farbgebung der keramischen Oberfläche herangezogen werden und bedarf auch keiner gesonderten Beschichtung mit einem die Bindung an die keramische Oberfläche fördernden Material.

Es hat sich gezeigt, daß zur Erzielung der Selbstreini-

gungeigenschaft der keramischen Oberfläche Höhen der Erhebungen von 1 µm bis 1000 µm grundsätzlich brauchbar sind. Die Verteilungsdichte, d. h. der relative Abstand der Erhebungen voneinander, sollte 0 bis 500 µm betragen. Für die Höhen der Erhebungen ist ein Bereich von 5 µm bis 600 µm bevorzugt, weil in diesem Bereich die Fähigkeit zur Selbstreinigung weitgehend unabhängig von der Verteilungsdichte der Erhebungen in den angegebenen Grenzen ist. Insbesondere in dem darüber liegenden Bereich der Höhen ist eine gewisse Relation zwischen der Erhebungshöhe und dem gegenseitigen Abstand der Erhebungen zu beachten, um den Selbstreinigungseffekt zu erhalten. So dürfen in diesem Fall die Erhebungen nicht nahe an der unteren Grenze der Verteilungsdichte liegen, weil sonst auf der keramischen Oberfläche abrollende Wassertropfen nicht in Kontakt mit der Oberfläche gelangen können, die zwischen den Erhebungen liegt. Dieser Kontakt ist jedoch erforderlich, damit die Wassertropfen zwischen den Erhebungen befindliche Schmutzansammlungen erfassen, aufnehmen und abtransportieren können.

Wie bei dem eingangs besprochenen bekannten Verfahren ist ein weiteres Kriterium für die Steuerung der Verteilungsdichte die Wahl des Kornspektrums des Pulvers. Wird Pulver größerer Teilchengröße eingesetzt oder umfaßt das Teilchengrößenspektrum des eingesetzten Pulvers verhältnismäßig kleine Partikel, z. H. von 1 µm, und zugleich verhältnismäßig große Partikel von z. B. 1000 µm, so werden durch die Fraktion größerer Partikel größere Abstände auf der zu behandelnden Oberfläche geschaffen. Im Bereich größerer Partikel ist folglich deren Verteilungsdichte geringer, jedoch werden in ihrer Umgebung oder auch unmittelbar auf den größeren Partikeln kleinere Partikel angelagert. Diese Art der Verteilung läßt sich auch durch ein zweistufiges Verfahren zur dauerhaften Befestigung der Pulverpartikel erreichen. Hierbei wird in einer ersten Verfahrensstufe auf eine der beschriebenen Weisen eine Pulverfraktion größerer Partikelgröße fixiert. In einer zweiten Verfahrensstufe, vorzugsweise unter Verwendung eines Hybridpolymers oder Fluorsilans im Rahmen einer später erfolgenden Hydrophobierung, wird eine feinere Pulverfraktion dauerhaft befestigt, deren Partikel zwischen und gegebenenfalls an großen Partikeln angelagert werden. Durch eine relativ eng eingegrenzte Pulverfraktion kann eine weitgehend homogene Begleitung der zu behandelnden Oberfläche erreicht werden.

Es hat sich gezeigt, daß die Selbstreinigungseigenschaft der Erhebungen aufweisenden keramischen Oberfläche ausgeprägter vorhanden ist bei einer Teilchengröße in der oberen Hälfte des angegebenen Bereichs von 1 bis 1000 µm. Andererseits ist erkennbar, daß bei einem kleineren Korngrößenbereich, z. B. von 10 bis 30 µm, zusätzlich zu der angestrebten hydrophoben Eigenschaft der Oberfläche eine lipophobe Eigenschaft erzielbar ist. Dies ist deshalb überraschend, weil man im allgemeinen davon ausgeht, daß eine hydrophobe Eigenschaft eine lipophobe Eigenschaft ausschließt und das Synonym für eine lipophile Eigenschaft ist. Die lipophobe Eigenschaft ist von Vorteil, weil dadurch die auch bezüglich fettiger Verunreinigungen vorhandene Selbstreinigungseigenschaft gefördert wird. Da solche Verunreinigungen durch Ruß oder hochgesättigte Fette/Öle gerade in Industriegebieten ausgeprägt sind, empfiehlt es sich für keramische Oberflächen, die in diesen Gegenden zum Einsatz kommen, Erhebungen im unteren oder mittleren Korngrößenbereich zu wählen.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung kann auch daran gedacht werden, die keramische Oberfläche und/oder das aufzubringende Pulver mit einem bewuchshemmenden Mittel zu beschichten oder zu imprägnieren. Solche sogenannten Antifoulingmittel, die beispielsweise Zink, Zinn, Bro-

mide, Phosphate, Fluoride usw. als Wirkstoffe enthalten, sind bekannt. Das Antifoulingmittel kann je nach dem Ort, an welchem es letztlich primär zur Wirkung kommen soll, auf unterschiedliche Weise auf- oder eingebracht werden. So kann das Antifoulingmittel in der durch die Erhebungen gebildeten Struktur vorhanden sein, d. h. sowohl auf der zwischen den Erhebungen frei liegenden keramischen Oberfläche als auch in den Erhebungen selbst. Weiterhin kann dafür gesorgt werden, allein die Erhebungen, d. h. die Pulverpartikel, mit dem Antifoulingmittel auszurüsten oder allein auf der keramischen Oberfläche, also in den Zwischenräumen zwischen den Erhebungen, das Antifoulingmittel vorzusehen. Schließlich können alle diese Wahlmöglichkeiten gleichzeitig realisiert sein, d. h. das Antifoulingmittel ist durchgehend auf der keramischen Oberfläche und auf bzw. in den Erhebungen vorhanden.

Eine Behandlung sieht vor, Pulverpartikel vor dem Aufbringen auf die keramische Oberfläche in einem bewuchshemmenden Mittel dieser Art zu tränken und anschließend gegebenenfalls zu trocknen oder das Antifoulingmittel auf das aufgebrachte Pulver aufzubringen. Falls das bewuchshemmende Mittel nur pulverförmig vorliegt, erfolgt die Behandlung der Pulverpartikel durch Vermengen und Verfrachten, wobei die Teilchengröße des bewuchshemmenden Mittels auf gegebenenfalls vorhandene Poren der Pulverpartikel so abgestimmt sein sollte, daß es hinreichend eindringen und davon festgehalten werden kann. Hierfür kommen vor allem keramische Pulverpartikel in Betracht, da deren Kapillargefüge zur Aufnahme des Antifoulingmittels besonders geeignet ist. Um sicherzustellen, daß das Antifoulingmittel über lange Zeit hinweg in den Pulverpartikeln vorhanden ist, wird es zweckmäßig mit einem der vorstehend angesprochenen Beschichtungsmaterialien kombiniert, die ihrerseits eine mechanische Schutzschicht bilden. Damit kommt zwar das Antifoulingmittel während der Wirksamkeit einer solchen Schutzschicht nicht zur Wirkung, braucht das aber auch nicht, weil mit einem Bewuchs aufgrund der selbstreinigenden Eigenschaft der behandelten keramischen Oberfläche nicht zu rechnen ist. Sollte doch im Laufe der Zeit die mechanische Schutzschicht verringert oder abgetragen werden, dann nimmt im entsprechenden Ausmaß die bewuchshemmende Wirkung des Antifoulingmittels zu.

Nach einer Abwandlung des Einsatzes von Antifoulingmitteln ist daran gedacht, den bewuchshemmenden Effekt ausschließlich durch den "Einbau" entsprechender Gruppen oder Radikale in das organische Gerüst von anorganisch-organischen Hybridpolymeren zu erzeugen. Sofern solche Hybridpolymere, wie vorstehend geschildert, als die Bindung der Pulverpartikel an die Oberfläche förderndes Material herangezogen werden und damit beispielsweise die Pulverpartikel beschichtet werden, kann ein hierzu verwendetes Hybridpolymer selbst bewuchshemmend ausgerüstet sein.

Falls das Antifoulingmittel pulverförmig in entsprechender Größe vorliegt und der hier bestehenden Forderung nach Hitzebeständigkeit entspricht, kann auch daran gedacht sein, das Antifoulingmittel unmittelbar als Pulverpartikel zur Erzeugung der Erhebungen auf der keramischen Oberfläche heranzuziehen. Auch in diesem Fall muß, ähnlich wie bei den Hybridpolymeren, eine Schmelz- oder Sintereigenschaft des Antifoulingmittels zur quasi-keramischen Bindung an die keramische Oberfläche ausgenutzt werden oder es muß wie vorstehend beschrieben mit einem die Bindung an die keramische Oberfläche fördernden oder bewirkenden Material behandelt werden.

Für den Fall, daß das Antifoulingmittel ausgeprägt auch auf der keramischen Oberfläche selbst, also zwischen den Erhebungen, zur Wirkung kommt, kann es entweder anstelle der vorstehend geschilderten Behandlung der Pulverpartikel

damit oder zusätzlich durch entsprechendes Beschichten oder Imprägnieren vor dem Aufbringen der Pulverpartikel eingebracht werden. Bei einer der vorstehend beschriebenen Vorgehensweisen zum Aufbringen der Pulverpartikel, bei der Pulverpartikel in einer Schicht eines Haftmittels und/oder eines die Bindung fördernden Materials enthalten sind, läßt sich das erreichen, indem das Antifoulingmittel unmittelbar in dem Haftmittel bzw. die Bindung fördernden Mittel enthalten ist und damit zwangsläufig an der keramischen Oberfläche angelagert wird.

Die angestrebte Selbstreinigungsfähigkeit setzt einen hydrophoben Zustand zumindest der auf der Oberfläche erzeugten Strukturhebungen voraus, den zweckmäßig auch die Oberfläche selbst zwischen den Erhebungen hat. Deshalb muß im Rahmen der vorliegenden Erfindung anschließend an den Brennvorgang die keramische Oberfläche mit den darauf befestigten Pulverpartikeln hydrophobiert werden, was in bekannter Weise und mit bekannten Mitteln, z. B. durch Anwendung von Polysiloxanen, geschehen kann. Dieser Vorgang zur Hydrophobierung kann je nach den Erfordernissen mehrfach und gegebenenfalls auch mit unterschiedlichen Hydrophobierungsmitteln durchgeführt werden. Je nach Art der Ausführung des Hydrophobierungsvorgangs kann das entsprechende Mittel an allen Oberflächen des Keramikkörpers vorgesehen sein, d. h. auch an denjenigen Oberflächen, die nicht die durch Pulverpartikel erzeugte Struktur aufweisen, oder es wird gezielt dafür gesorgt, daß eine Hydrophobierung nur der die Struktur aufweisenden keramischen Oberfläche bewirkt wird. Unterschiedliche Mittel zur Hydrophobierung können in der Form eingesetzt werden, daß in einer ersten Behandlungsstufe ein weniger UV-beständiges und daher billigeres Mittel verwendet wird, durch welches das oberflächennahe Kapillargefüge der Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe imprägniert wird. In einer zweiten Behandlungsstufe wird dann mit einem UV-beständigen und daher teureren Mittel gearbeitet, das somit weitgehend auf die Oberfläche beschränkt ist und den hydrophoben Zustand daher über lange Zeit hinweg aufrecht erhält.

Die Hydrophobierung ist nach der dauerhaften Befestigung der Pulverpartikel auch erforderlich, wenn in einer der vorstehend geschilderten Vorgehensweisen die Pulverpartikel auf der bereits gebrannten Oberfläche durch einen Erhitzungsvorgang befestigt worden sind, dem das Hydrophobierungsmittel nicht standhalten könnte. Jedoch können zur Hydrophobierung auch die vorstehend erwähnten anorganisch-organischen Hybridpolymere oder Fluorsilane herangezogen werden. Wenn in einem solchen Fall ein Hybridpolymer oder Fluorsilan zur Befestigung der Pulverpartikel auf der Oberfläche im Brennvorgang in der geschilderten Weise eingesetzt wird, werden seine Eigenschaften nach zwei unterschiedlichen Aspekten ausgenutzt: Einerseits werden im Silikat-Netzwerk enthaltene Komponenten zur Erzeugung der quasi-keramischen Verbindung der Pulverpartikel mit der keramischen Oberfläche herangezogen, wobei aufgrund der Brandtemperatur das organische Netzwerk des Hybridpolymers bzw. Fluorsilans naturgemäß zerstört wird. Andererseits wird durch seine erneute Verwendung zum Hydrophobieren der Oberfläche die entsprechende Eigenschaft des organischen Netzwerks darin wirksam. Da diese Hybridpolymere oder Fluorsilane in Lösung oder Dispersion mit allen gängigen Beschichtungsverfahren aufgetragen werden können und ihre Härtung thermisch oder photochemisch, gegebenenfalls bei erhöhten Temperaturen, durchzuführen ist, gleicht das Hydrophobierverfahren weitgehend im Ablauf dem Hydrophobierverfahren unter Anwendung herkömmlicher Polysiloxane. Werden aber die Hybridpolymere bzw. Fluorsilane zur dauerhaften Befestigung der Pulverpartikel



auf der bereits gebrannten keramischen Oberfläche eingesetzt, so behalten sie ihre hydrophobe Eigenschaft bei und eine nachträgliche gesonderte Hydrophobierung kann entfallen.

Die Hydrophobierung mit den anorganisch-organischen Hybridpolymeren ergibt einen wesentlichen Vorteil auch im Hinblick auf die große mechanische Widerstands- und Haftfestigkeit, mit der die Hybridpolymere neben ihrer hydrophobierenden Eigenschaft ausgestattet sein können. So ist es bekannt, mit so gestallten Hybridpolymeren glatte Oberflächen zu behandeln, so daß diese außerordentlich kratzfest sind. Im vorliegenden Fall führt die Anwendung solcher Hybridpolymere dazu, daß nach dem Hydrophobieren der Erhebungen aufweisenden keramischen Oberfläche die an sich aufgrund ihrer exponierten Lage mechanisch stärker beanspruchten Erhebungen nachhaltig sowohl hydrophobiert bleiben als auch ein gegebenenfalls eingesetztes Antifoulingmittel darin gehalten wird. Auch können die auf diese Weise hydrophobierten und erfindungsgemäß mit Erhebungen ausgestatteten Keramikkörper ohne Gefahr einer Beeinträchtigung der angestrebten Eigenschaften, insbesondere ohne Abriebgefahr wie üblich transportiert werden und im Fall beispielsweise von Dachziegeln damit eingedockte Dächer begangen werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erzeugung eines Selbstreinigungseffekts von keramischen Oberflächen ist gedacht und anwendbar auf jedem Gebiet der Keramik, wo ein Selbstreinigungseffekt denkbar und sinnvoll erscheint. In erster Linie gilt das für solche Keramikkörper, die üblicherweise der Witterung ausgesetzt sind und der Selbstreinigungseffekt durch natürliche Beregnung eintreten kann und daher keiner besonderen Reinigungsaktivität bedarf. Jedoch gilt das auch in Fällen, in denen Keramikkörper einer Verschmutzung (z. B. durch Staub, Öldunst oder Ablagerungen durch umgebende Strömung) ausgesetzt sind ohne sich im Freien zu befinden und daher nicht beregnet werden können. In diesem Fall liegt der Vorteil der Selbstreinigungsfähigkeit darin, daß die Verschmutzung einfach durch Berieseln oder Abwaschen mit einer Reinigungsflüssigkeit, vorzugsweise mit Wasser, beseitigt werden kann.

Auf dem Gebiet der Baustoff- und Grobkeramik, z. B. für Dachziegel, Klinker- und Fassadenwände, mit Keramikmaterial belegten Freitreppen und dgl., findet die Selbstreinigung allein durch immer wieder auftretenden Regen statt. Deshalb ist es zweckmäßig, diejenigen Flächen zu strukturieren, die sowohl der Verschmutzung als auch dem Regen ausgesetzt sein werden. Bei Dachziegeln oder Klinkern gilt das in erster Linie für deren Sichtseiten, erweist sich aber auch für die Unter- oder Hinterseiten davon als sinnvoll, wenn mit deren Verschmutzung während der Lagerung auf offenen Lagerflächen zu rechnen ist.

Entsprechendes gilt auch für Feinkeramik, z. B. für Fliesen, Waschbecken und sonstige Artikel der Sanitärkeramik bei denen eine Berieselung in Bädern und Naßzellen sowohl bei Benutzung wie bei gezieltem Abwaschen erfolgt. Weiterhin erweist sich die Ausnutzung des Selbstreinigungseffekts aber auch bei Keramikkörpern der Elektrokeramik als von Vorteil, z. B. bei elektrischen Isolatoren von Schaltern oder Leitungen, die im Freien dem Schmutz- und Staubschlag ausgesetzt sind. Nässe plus Schmutzschichten erhöhen hier die Neigung zu Überschlagen und können leicht entfernt werden, wenn solche Keramikkörper an ihrer Oberfläche durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechend strukturiert sind. Auch an den Innenflächen von Keramik-Rauchrohren kann es von Vorteil sein, durch Ausbildung einer den Selbstreinigungseffekt bewirkenden Struktur dafür zu sorgen, daß durch herablaufendes Wasser (z. B. durch Einregnen) oder auch durch herablau-

feendes Kondensat die Innenfläche von Ruß und festen Anlagerungen oder Verschmutzungen freigehalten wird. Weiterhin empfiehlt sich die erfindungsgemäß geschaffene Selbstreinigungsfähigkeit auch für Keramikkörper der Gebrauchskeramik, z. B. Blumentöpfe, Blumenvasen, Geschirr und dergleichen, die dadurch gegebenenfalls auch ohne Verwendung von Reinigungsmitteln allein durch Wasser leicht gesäubert werden können. Schließlich kann die Schaffung eines Selbstreinigungseffekts auch bei Keramikkörpern auf dem Gebiet der technischen Keramik sinnvoll sein, z. B. bei solchen Keramikkörpern, auf denen durch Kontakt mit ständiger oder vorübergehender Strömung Anlagerungen entstehen können. Dies ist beispielsweise bei Keramikdichtungen oder Keramikventilkörpern der Fall, bei denen es wesentlich ist, die jeweilige Dichtfläche von Anlagerungen freizuhalten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer Selbstreinigungseigenschaft von keramischen Oberflächen, bei Beregnung oder Berieselung mit Wasser, bei dem auf einer keramischen Oberfläche als Erhebungen Pulverpartikel aus hitzebeständigem Material mit einer vorbestimmten Verteilungsdichte befestigt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel auf die keramische Oberfläche aufgebracht und darauf zunächst vorläufig befestigt werden, und daß anschließend die Oberfläche auf eine Temperatur erhitzt wird, bei der die Pulverpartikel eine Bindung mit der keramischen Oberfläche eingehen und dadurch dauerhaft darauf befestigt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die keramische Oberfläche nach der dauerhaften Befestigung der Pulverpartikel hydrophobiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel auf die gebrannte keramische Oberfläche aufgebracht werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel vor dem Brennen der keramischen Oberfläche auf diese aufgebracht werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der die Oberfläche bildende Keramikkörper bei einer Temperatur gebrannt wird, bei der die Pulverpartikel die dauerhafte Bindung mit der keramischen Oberfläche eingehen.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel auf die noch bildsame keramische Oberfläche aufgebracht und durch Eindringen in die Oberfläche vorläufig darauf befestigt werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel in einer Schicht mit einer Schichtdicke von einem Mehrfachen der Partikelgröße auf die noch bildsame keramische Oberfläche aufgebracht werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel trocken oder leicht aneinander gebunden in der Schicht vorliegen.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel auf die bereits fertig geformte Oberfläche des Keramikkörpers aufgebracht werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel auf die Oberfläche eines Rohlings zur Preßformung eines Keramikkörpers aufgetragen werden und der Preßformvorgang zum Eindringen der Pulverpartikel dient.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, da-

durch gekennzeichnet, daß überschüssige Pulverpartikel von der noch bildsamen oder von der gebrannten keramischen Oberfläche durch Bürsten, Reiben, Spülen, Blasen und/oder Wischen entfernt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel auf der gebrannten bzw. noch zu brennenden keramischen Oberfläche durch ein Haftmittel vorläufig befestigt werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Haftmittel ein die dauerhafte Bindung der Pulverpartikel an die keramische Oberfläche förderndes oder bewirkendes Material ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Haftmittel ein bei der Erhitzung zur Erzielung der dauerhaften Bindung der Pulverpartikel an die Oberfläche zerfallendes Material ist.

15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß als die dauerhafte Bindung förderndes oder bewirkendes Material eine Engobe, eine Glasur, ein Glasurstellmittel oder ein Flußmittel, z. B. Borax, verwendet wird.

16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß als die dauerhafte Bindung förderndes oder bewirkendes Material ein anorganisch-organisches Hybridpolymer oder ein Fluorsilan verwendet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß als bei der Erhitzung zerfallendes Haftmittel Carboxyl-Methyl-Cellulose (CMC) oder ein Polysiloxan verwendet wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel vor oder bei dem Aufbringen auf die Oberfläche mit dem Haftmittel zur vorläufigen Befestigung behandelt oder beschichtet werden.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche mit dem Haftmittel behandelt oder beschichtet wird und daß anschließend die Pulverpartikel derart aufgebracht werden, daß sie, aus der Schicht herausragend, in das Schichtmaterial eingebettet sind.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel in dem Haftmittel dispergiert werden und daß die Dispersion auf die Oberfläche aufgebracht wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Dispersion auf die Oberfläche gesprüht, aufgeschüttet, aufgeschleudert oder elektrostatisch aufgetragen wird.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel und das Haftmittel getrennt zu einer Sprühvorrichtung gefördert werden und die Pulverpartikel zusammen mit dem Haftmittel auf die Oberfläche aufgespritzt werden.

23. Verfahren nach den Ansprüchen 13 und 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke des die Bindung fördernden oder bewirkenden Materials auf den Pulverpartikeln so gering gehalten wird, daß nach der die dauerhafte Bindung bewirkenden Erhitzung das Material an der keramischen Oberfläche auf den Kontaktbereich der einzelnen Pulverpartikel mit der Oberfläche beschränkt bleibt.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß Pulverpartikel aus einem Material, dessen Sinter- bzw. Erweichungstemperatur mit der Brenntemperatur der zu brennenden keramischen Oberfläche übereinstimmt, auf die Oberfläche

aufgebracht werden.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die keramische Oberfläche aus einem Keramikmaterial besteht, das bei dem Brand das Entstehen einer oberflächlichen Glasphase ergibt, und daß Pulverpartikel aus einem Material, dessen Sinter- bzw. Erweichungstemperatur erheblich über der Brenntemperatur der zu brennenden keramischen Oberfläche liegt, auf die Oberfläche aufgebracht werden.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß temperaturbeständiges gemahlenes Material wie gemahlenes Gestein, Schamotte, Ton, Minerale und Keramikpulver wie SiC als Pulverpartikel verwendet wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß gemahlenes Glas oder Glaschamotte als Pulverpartikel verwendet wird.

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel die Farbgebung der keramischen Oberfläche bestimmen.

29. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die anorganisch-organischen Hybridpolymere organisch modifizierte Kieselsäurederivate enthalten.

30. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Hybridpolymere Metalloxide enthalten.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß dem die dauerhafte Bindung fördernden oder bewirkenden Material ein bewuchshemmendes Mittel zugefügt wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß das bewuchshemmende Mittel mit dem die dauerhafte Bindung fördernden oder bewirkenden Material vermischt wird.

33. Verfahren nach Anspruch 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, daß das bewuchshemmende Mittel nach dem Aufbringen der Pulverpartikel auf die Oberfläche als Schicht aufgetragen wird.

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 31 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß das bewuchshemmende Mittel vor dem Aufbringen der Pulverpartikel auf die Oberfläche als Schicht aufgetragen wird.

35. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel mit einem bewuchshemmenden Mittel behandelt werden.

36. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 35, dadurch gekennzeichnet, daß im Zuge der Hydrophobierung auf die Oberfläche ein bewuchshemmendes Mittel in Teilchenform aufgebracht wird.

37. Keramischer Körper mit bei Beregnung oder Berieselung mit Wasser selbstreinigender Oberfläche, auf der hydrophobe Erhebungen durch Pulverpartikel aus hitzebeständigem Material gebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel an die keramische Oberfläche durch einen Erhitzungsvorgang keramisch gebunden sind.

38. Keramischer Körper nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel keramische Pulverpartikel sind.

39. Keramischer Körper nach Anspruch 37 oder 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel mit einem die Bindung an die Oberfläche fördernden oder bewirkenden Material behandelt oder beschichtet sind.

40. Keramischer Körper nach einem der Ansprüche 37 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche mit einem die Bindung der Pulverpartikel an die Oberflä-

che fördernden oder bewirkenden Material beschichtet ist und die Pulverpartikel in die Schicht derart eingebettet sind, daß sie daraus hervorstehende Erhebungen bilden.

41. Keramischer Körper nach Anspruch 37 oder 40, 5  
dadurch gekennzeichnet, daß das die Bindung fördernde oder bewirkende Material eine Engobe, eine Glasur, ein Glasurstellmittel und/oder ein Flußmittel, z. B. Borax, ist.

42. Keramischer Körper nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel direkt in die keramische Oberfläche derart eingebettet sind, daß sie daraus hervorstehende Erhebungen bilden.

43. Keramischer Körper nach einem der Ansprüche 37 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Erhebungen mit größerer Partikelgröße ihrerseits mehrere Erhebungen kleinerer Partikelgröße aufweisen.

44. Keramischer Körper nach einem der Ansprüche 37 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel eine Partikelgröße von 1 bis 1000 µm haben und in einer Verteilungsdichte von 0 bis 500 µm auf der Oberfläche angeordnet sind.

45. Keramischer Körper nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel unregelmäßig gestaltete Teilchen sind und unmittelbar aneinander anliegend auf der Oberfläche angeordnet sind.

46. Keramischer Körper nach Anspruch 45, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulverpartikel plättchen- oder stäbchenförmig sind.

47. Keramischer Körper nach einem der Ansprüche 37 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhe der Erhebungen wechselt derart, daß jeweils Erhebungen mit größerer Partikelgröße von Erhebungen mit kleinerer Partikelgröße umgeben sind.

48. Keramischer Körper nach einem der Ansprüche 37 bis 47, dadurch gekennzeichnet, daß Erhebungen mit größerer Partikelgröße ihrerseits Erhebungen mit kleinerer Partikelgröße tragen.

40

45

50

55

60

65